

Представленное устройство для охлаждения натрия позволяет повысить безопасность проведения работ. При выявлении роста температуры натрия можно понизить её, увеличив расход сжатого воздуха.

На четвертом этапе было проведено сравнение процессов охлаждения натриевого трубопровода при разных расходах сжатого воздуха для определения оптимальных характеристик устройства для расхолаживания.

Исследование изменения температуры натрия при естественной конвекции показало, что скорость охлаждения очень мала. Это подтверждают и данные из практики проведения ремонтных работ.

Выводы:

1. Использование быстросъемного устройства для охлаждения натрия позволяет повысить эффективность расхолаживания натрия в трубопроводе, а в условиях радиоактивных натриевых систем снизить дозовые затраты персонала.

2. Компьютерное моделирование с использованием программного комплекса SolidWorks позволяет оптимизировать конструкционные параметры устройства для охлаждения натрия.

Библиографический список

1. Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е., Булатов В.И., Шастин А.Г. О проблеме снижения дозовых затрат персонала АЭС // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2011. № 1. С. 55-60.
2. Правила охраны труда при эксплуатации тепломеханического оборудования и тепловых сетей атомных станций ФГУП Концерн «Росэнергоатом» СТО 1.1.1.02.001.0673-2006. М.: Концерн «Росэнергоатом», 2007. 198 с.

АНАЛИЗ РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

*Халикова Е.Д., Давиденко И.В.
УрФУ, katyushka777@yandex.ru*

В условиях современного рынка электроэнергии предприятия энергетики как в РФ, так и за рубежом, заинтересованы в активном использовании менеджмента рисков в общем менеджменте предприятия. Данная статья посвящена анализу рисков повреждения силовых масляных трансформаторов с целью обоснования (оценки) эффективности управляющих решений по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту силовых трансформаторов (СТ), а также по вопросу инвестиций, направленных на повышение надежности работы СТ.

Целью менеджмента рисков является нахождение баланса между рисками отказа оборудования и затратами на поддержание необходимого уровня его надежной работы. В общем виде, решение этой задачи представлено на рисунке.



Процедура оптимизации риска отказов ТС и затрат на обеспечение их надежной работы

В ходе анализа рисков, мы должны выявить, что может выйти из строя (идентификация опасности); с какой вероятностью это может произойти (анализ частоты) и каковы последствия этого события (анализ последствий) [1]. Величина риска определяется как произведение величины последствий нежелательного события (ущерба) на вероятность его наступления [2] по формуле:

$$r = \sum_{i=1}^N p_i * c_i , \quad (1)$$

где p_i – вероятность возникновения опасного события i -го класса; c_i – величина ущерба при i -ом событии.

Идентификация вида опасности и частота ее возникновения были выявлены авторами в результате статистического анализа повреждаемости СТ Уральского региона [3], где было рассмотрено 93 случая отказов. Результаты этого исследования, а также данные анализа баз данных повреждаемости СТ ZTZ-Сервис Украины (80 отказов) [4] и ФСК ЕЭС РФ [5] (649 отказов) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Статистика повреждаемости узлов СТ

Источники данных		ЗТЗ-сервис [4]		ФСК ЕЭС [5]		Авторы [3]		Среднее	
	Узлы СТ	Всего, шт.	%	Всего, шт.	%	Всего, шт.	%	Всего, шт.	%
1	Обмотки, их изоляция	32	40,00	115	17,72	56	60,22	203	39,31
2	Вводы	25	31,25	158	24,35	11	11,83	194	22,47
3	ПУ	19	23,75	97	14,95	17	18,28	133	18,99
4	Магнитопровод	0	0,00	3	0,46	3	3,23	292	1,23
5	Бак, охладители	4	5,00	276	42,53	6	6,45	286	17,99
	Сумма	80	100	649	100	93	100	1108	100

Принимая во внимание, что разница в результатах анализа повреждаемости ТС по п.п.1 и 5 таблицы с данными ФСК ЕЭС могла быть вызвана рядом причин (разными объемами выборки и правилами классификации повреждений, искажением информации при предоставлении «наверх» и т.д.), было принято решение рассчитать среднее арифметическое значение повреждаемости узлов СТ.

Далее было необходимо рассчитать вероятность возникновения выявленных видов опасности. Известно, что, в среднем поток повреждаемости СТ равен 1,5 %. Однако он меняется в зависимости от срока эксплуатации оборудования. Как показали исследования авторов [3, 6], кривая повреждаемости имеет несколько характерных участков, это периоды: приработки, минимальной повреждаемости (3-15 лет), возрастания повреждаемости (15-27 лет), активного старения (с 37-39 лет). В работе [6] были определены потоки повреждаемости СТ для каждого из этих периодов, что позволило с учетом данных табл. 1 рассчитать вероятность повреждения узлов СТ с учетом сроков их эксплуатации (табл. 2).

Таблица 2

Вероятность повреждения узлов с учетом срока эксплуатации					
Срок эксплуатации	до 3 лет	3-15 лет	15-27лет	27-37 лет	свыше 37
Вероятность повреждения, %					
СТ	3,46	0,8	3,2	1,6	4,46
Обмотки, их изоляция	1,36	0,31	1,26	0,25	0,09
Вводы	0,78	0,18	0,72	0,14	0,05
ПУ	0,66	0,15	0,61	0,12	0,04
Магнитопровод	0,04	0,01	0,04	0,01	0,00
Бак, охладители	0,62	0,14	0,58	0,11	0,04

Далее, было необходимо провести оценку ущерба при наступлении каждого из видов опасности. Для этого была проведена идентификация видов ущерба, представленных ниже:

1) собственный ущерб предприятия энергетики, включает расходы на расследование повреждения, ремонт/замену СТ и его узлов, ремонт/замену соседнего оборудования, пострадавшего в ходе аварии, убытки от недоотпуска/недовыработки энергии; падение репутации;

2) ущерб потребителей, включает стоимость недовыработки продукции/услуг, штрафы за поставку некачественной электроэнергии, ущерб от нарушения технологического цикла, ущерб имуществу, нанесенный взрывами/пожарами, вред здоровью (снижение безопасности людей);

3) экологические и социальные последствия.

Для большинства потребителей надежность сети является приоритетом, в связи с масштабностью ущерба в случае аварии, поэтому при оценке ущерба принято решение учитывать категорию потребителей весовыми коэффициентами. После идентификации видов ущерба логично перейти к их оценке, однако здесь возникают сложности, т. к. экономический ущерб компаниями не афишируется. Исследования данного вопроса будет продолжаться.

С одной стороны, оценки рисков, требующие для анализа полный объем достоверной информации о повреждаемости СТ и ущербах потребителей и производителей электроэнергии, необходимы предприятиям, с другой стороны, эти исследования невозможны на собственных данных предприятия, так как отказы оборудования довольно редкое явление. Следовательно, в условиях полной конфиденциальности информации об авариях, ущербах и ее искажения в

корпоративных интересах ни одно предприятие не сможет провести качественную оценку рисков. Только достоверная информация и ее качественная оценка позволят найти верный баланс между затратами на оборудование и рисками его отказа для оптимизации затрат на техническое обслуживание и ремонты СТ, повышения рентабельности предприятия и обеспечения нормативной надежности работы СТ.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51901.4-2005 Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании. Дата введения 2006-02-01.
2. ГОСТ 27.310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения (МЭК 60812:1985 «Методы анализа надежности систем. Метод анализа вида и последствий отказов (FMEA)», NEQ). Дата введения 1997-01-01.
3. Статистический анализ повреждаемости трансформаторов 35-220 кВ Уральского региона / И.В. Давиденко, В.И. Комаров, К.В. Овчинников, Е.Д. Халикова // Энергетика и электротехника: Проблемы и достижения в промышленной энергетике. Материалы 11-ой Междунар. науч.-практ. конф. 13-15 ноября 2012. Екатеринбург.
4. <http://www.ztz-service.com.ua/>
5. О повреждениях силовых трансформаторов напряжением 110-500 кВ в эксплуатации. Б.В. Ванин, Ю.Н. Львов, М.Ю. Львов // Электрические станции. 2001. № 9. С. 53-58.
6. Давиденко И.В. Разработка системы многоаспектной оценки технического состояния и обслуживания высоковольтного маслонаполненного электрооборудования. Дис... Новосибирск. 2009. С. 407.

ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ

Хейло Д.В., Хайруллин И.А., Картавцев С.В.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова
kartavzw@mail.ru*

Практически все виды ископаемых топлив транспортируются трубопроводным, железнодорожным и водным видами транспорта к потребителям, что приводит к существенному воздействию на окружающую среду в виде эксплуатационных и аварийных загрязнений окружающей среды. Вследствие этого все виды транспорта природных энергоносителей должны быть обоснованы для минимизации экологических загрязнений.

В работе ставится задача оценки *энергоэкологического* воздействия использования ископаемых топлив на окружающую среду на основе только присущих им (имманентных) физических характеристик.

Для подобного анализа в окружающей среде существенным является наличие трех фаз агрегатного состояния: газообразная атмосфера, жидкая гидросфера и твердь континентов. Особо следует отметить фазовую поверхность раздела атмосферы и гидросферы, поскольку через нее идет поток кислорода для всей биомассы океана.

Угли. Плотность углей выше плотности воды и тем более – воздуха, поэтому при эксплуатационном или аварийном просыпе угли занимают низшую